

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-233289

(43)Date of publication of application : 27.08.1999

(51)Int.Cl.

H05H 1/24  
C23C 16/50  
H01L 21/205  
H01L 21/3065  
H05H 1/46

(21)Application number : 10-034915

(71)Applicant : UNIV NAGOYA  
TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 17.02.1998

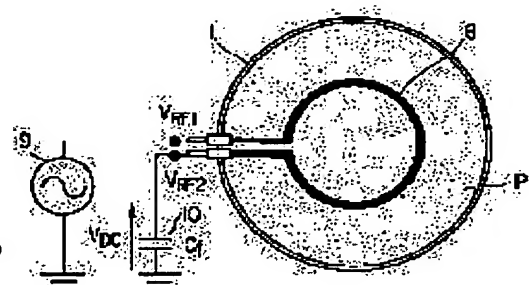
(72)Inventor : SUGAI HIDEO  
SUZUKI HIROYUKI  
TONOTANI JIYUNICHI

## (54) HIGH FREQUENCY DISCHARGE DEVICE AND HIGH FREQUENCY PROCESSING DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To realize both of the stabilization of plasma discharge and the suppression of sputtering by an antenna and to provide an optimum capacitive coupling between the antenna and the plasma by providing capacitors intervened between the grounding side of an antenna or a plurality of antennas.

**SOLUTION:** A vacuum vessel 1 is provided with an antenna 8 composed of looped conductive material. There are an antenna 8 formed by applying an insulating coating of an insulating material around the outer circumference of the antenna conductor and an antenna 8 having an antenna conductor in pure metal without any insulating coating. A high frequency power supply 9 is connected to one end of the antenna 8 and a floating capacitor 10 is connected across the grounding in the other end side. Because the floating capacitor 10 is a variable capacity, the high frequency voltage distribution is changed on the antenna 8 by changing the capacity  $C_f$  so that the capacitive coupling between the antenna 8 and the plasma is controlled.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.02.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] High-frequency-discharge equipment characterized by providing the capacitor infixed, respectively among one the earth side of said antenna or said two or more antennas in the high-frequency-discharge equipment which generates the plasma by supplying high-frequency power to the antenna of the shape of at least one loop formation, and generating induction field in a container.

[Claim 2] Said antenna is high-frequency-discharge equipment according to claim 1 characterized by not being given or pre-insulation is performed to the periphery side.

[Claim 3] Said capacitor is high-frequency-discharge equipment according to claim 1 characterized by being variable capacity, changing this capacity, changing the high-frequency-voltage distribution on said antenna, and controlling electrostatic association with said antenna and said plasma.

[Claim 4] The capacity C of said capacitor is high-frequency-discharge equipment according to claim 3 characterized by filling the relation of  $C = 2/\omega^2 L$ , when the inductance in  $\omega$  and a circuit is set to L for the frequency of a RF.

[Claim 5] The vacuum housing by which the gas for plasma production is supplied and a processed object is arranged inside, The antenna of the shape of at least one loop formation which is made to generate induction field in said vacuum housing by supply of the high-frequency power from the power source for high-frequency power, and said power source, is made to generate the plasma, and is made to process to said processed object in said vacuum housing, The RF processor characterized by providing the capacitor infixed, respectively among one the earth side of said antenna or said two or more antennas.

[Claim 6] Said antenna is a RF processor according to claim 5 characterized by not being given or pre-insulation is performed to the periphery side.

[Claim 7] Said antenna is a RF processor according to claim 5 which is plurality and is characterized by being prepared in the interior of said vacuum housing.

[Claim 8] Said antenna is a RF processor according to claim 5 characterized by being prepared in the exterior of said vacuum housing.

[Claim 9] Said capacitor is a RF processor according to claim 5 characterized by being variable capacity, changing this capacity, changing the high-frequency-voltage distribution on said antenna, and controlling electrostatic association with said antenna and said plasma.

[Claim 10] The capacity C of said capacitor is a RF processor according to claim 9 characterized by filling the relation of  $C = 2/\omega^2 L$ , when the inductance component in  $\omega$  and a circuit is set to L for the frequency of a RF.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a RF processor at the high-frequency-discharge equipment list used for sources of the plasma, such as the manufacture or the source of a particle beam and analysis apparatus of a thin film for example, on a semi-conductor wafer, and heating apparatus.

[0002]

[Description of the Prior Art] The component (a thin film is called hereafter) in which the thin film which uses a metal, semimetal, a semi-conductor, an oxide, a nitride, arsenic, etc. as a component was formed Storage, such as LSI, a magnetic recording medium, and optical recording equipment, semiconductor laser, Displays, such as flat-surface displays, such as communication equipment, such as an optoelectric transducer, and LCD, and a solid state image sensor, It is applied to the main parts of a variety of equipments, such as energy devices, such as a solar battery, and technical development is expected as indispensable components for developing the miniaturization of a device, and high performance-ization from now on.

[0003] Such a thin film is intermediary \*\*\*\* [ in etching, CVD, etc. / the manufacture process detailed-izing of the structure and high performance-ization are progressing, for example, using the plasma ] importantly. And area of the substrate of the processed object used in a manufacture process is also large-area-ized from a viewpoint of a productivity drive.

[0004] In order to realize such a manufacture process, the RF plasma equipment of an inductive-coupling mold attracts attention. A loop-formation-like antenna is arranged to the exterior of a vacuum housing, and by passing the high frequency current at this antenna, this inductive-coupling type of RF plasma equipment adds induction field to the gas in a vacuum housing, and is usually generating the plasma.

[0005] In this case, the induction field generated with an antenna are added to the gas in a vacuum housing through the dielectric window installed in the vacuum housing. If it is the RF plasma of such an inductive-coupling mold, while induction field will occur near the antenna, the electrostatic field by the high-frequency voltage supplied to an antenna are also generated in coincidence.

[0006] Electrostatic association with the antenna and plasma by this electrostatic field contributes to initiation of plasma discharge, or the plasma production in a low consistency field. Thereby, this electrostatic association carries out work important for stabilization of plasma discharge.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, as a result of electrostatic association with an antenna and the plasma, a negative direct-current self-bias electrical potential difference occurs in the dielectric an antenna or near the antenna, the ion therefore produced by discharge on this self-bias electrical potential difference is accelerated, and the spatter of the ingredient of a dielectric or an antenna is carried out to it. For example, if the ingredient of an antenna is copper, the spatter of this copper itself and ionized copper will be carried out to the wall and processed object of a vacuum housing.

[0008] For this reason, it not only speeds up degradation of high frequency plasma equipment, but the impurity by which the spatter was carried out has a bad influence on processes, such as etching and CVD. Then, this invention aims at offering the high-frequency-discharge approach which can control electrostatic association with an antenna and the plasma the optimal, and its equipment in order to reconcile stabilization of plasma discharge, and control of the spatter by the antenna.

[0009] Moreover, this invention generates the plasma, where electrostatic association with an antenna and the

plasma is controlled the optimal, and it aims at offering the RF processor which can perform processing to a processed object.

[0010]

[Means for Solving the Problem] According to claim 1, in the high-frequency-discharge equipment which generates the plasma, it is high-frequency-discharge equipment equipped with the capacitor infixed, respectively among one the earth side of said antenna or two or more antennas by supplying high-frequency power to the antenna of the shape of at least one loop formation, and generating induction field in a container.

[0011] According to claim 2, in high-frequency-discharge equipment according to claim 1, the antenna is not given, or pre-insulation is performed to the periphery side. According to claim 3, in a high frequency discharge device according to claim 1, a capacitor is variable capacity, it changes this capacity, changes the high-frequency-voltage distribution on an antenna, and controls electrostatic association with an antenna and the plasma.

[0012] According to claim 4, in a high frequency discharge device according to claim 3, the capacity C of a capacitor will fill the relation of  $C = 2 / \omega^2 L$ , if the inductance in  $\omega$  and a circuit is set to L for the frequency of high frequency.

[0013] The vacuum housing by which according to claim 5 the gas for plasma production is supplied and a processed object is arranged inside, The antenna of the shape of at least one loop formation which is made to generate induction field in a vacuum housing by supply of the high-frequency power from the power source for high-frequency power, and a power source, is made to generate the plasma, and is made to process to the processed object in a vacuum housing, It is the RF processor equipped with the capacitor infixed among one the earth side of an antenna or two or more antennas, respectively.

[0014] According to claim 6, in the RF processor according to claim 5, the antenna is not given, or pre-insulation is performed to the periphery side. According to claim 7, in a RF processor according to claim 5, an antenna is plurality and is formed in the interior of a vacuum housing.

[0015] According to claim 8, in a RF processor according to claim 5, an antenna is formed in the exterior of a vacuum housing. According to claim 9, in a high frequency processor according to claim 5, a capacitor is variable capacity, it changes this capacity, changes the high-frequency-voltage distribution on an antenna, and controls electrostatic association with an antenna and the plasma.

[0016] According to claim 10, in a high frequency processor according to claim 9, the capacity C of a capacitor will fill the relation of  $C = 2 / \omega^2 L$ , if the inductance component in  $\omega$  and a circuit is set to L for the frequency of high frequency.

[0017]

[Embodiment of the Invention] (1) Explain the gestalt of operation of the 1st of this invention with reference to a drawing hereafter. Drawing 1 is the block diagram of the RF processor of this invention. It is formed in the shape of a cylinder, and while the supply pipe 3 for supplying process gas 2, such as reactant gas for etching and material gas for CVD, to the upper part as shown in drawing 2 is connected, as for the vacuum housing 1, the exhaust pipe 4 is connected to the lower part. In addition, the vacuum housing 1 may be formed not only in the shape of a cylinder but in the cube configuration.

[0018] The exhaust air pump 5 is connected to an exhaust pipe 4, and the inside of a vacuum housing 1 is decompressed by actuation of this exhaust air pump 5. Moreover, in the vacuum housing 1, a table 6 is formed and the workpiece 7 by which etching or CVD processing is performed on this table 6 is laid.

[0019] Furthermore, the loop-formation-like antenna 8 is arranged in the vacuum housing 1. This antenna 8 is formed of a conductive ingredient, for example, copper, and aluminum.

[0020] moreover, this antenna 8 -- that antenna -- the \*\* which does not perform the thing by which the periphery of a conductor was given to pre-insulation by the insulating material, for example, a glass fiber, or pre-insulation -- an antenna -- the metal of a conductor -- they are two pure kinds.

[0021] As shown in drawing 1, the power source 9 for high-frequency power is connected to the end of this antenna 8, and the floating capacitor 10 is connected between the touch-down by the side of the other end.

[0022] This floating capacitor 10 is variable capacity, and is that capacity Cf. It is made to change, the high-frequency-voltage distribution on an antenna 8 is changed, and it has the operation which controls electrostatic association with this antenna 8 and Plasma P.

[0023] Namely, drawing 3 (a) The electrical potential difference of an A point [ as opposed to / if the floating

capacitor 10 is not connected to the antenna 8 so that it may be shown [ touch-down ] is this drawing (b). It is set to 0V so that it may be shown, and between an A point and a B point, it is this drawing (c). The voltage waveform corresponding to A of an antenna 8 and the electrical potential difference between B appears so that it may be shown. This wave is this drawing (d). The same is said of the B point to touch-down so that it may be shown.

[0024] On the other hand, drawing 4 (a) When the floating capacitor 10 is connected to an antenna 8 so that it may be shown, in an A point, it is this drawing (b) by the voltage drop of this floating capacitor 10. A having-by electrical-potential-difference phase { drawing 4 (c) } and opposite phase between A point and B point-one 1/2 time amplitude of this voltage waveform so that it may be shown appears.

[0025] Therefore, the electrical potential difference of touch-down to a B point is this drawing (b). The electrical potential difference and this drawing (c) of an opposite phase by the shown floating capacitor 10 It becomes the wave which the electrical potential difference during the A point and B point which are shown overlapped, and is this drawing (d). It becomes the electrical potential difference which became small [ maximum as shown ].

[0026] Therefore, capacity Cf of the floating capacitor 10 By making it change, the distribution of voltage on an antenna 8 is changed, and the electrical potential difference of the point (for example, midpoint of an A point and a B point) of the arbitration on an antenna 8 can be controlled to 0V.

[0027] When the electrical potential difference in this midpoint is 0V, it is drawing 4 (a). If the shown circuit is expressed with a formula  $V = \{ (j\omega L/2) + j(1/\omega C_f) \} - I$  -- (1) It becomes. Here, L is the inductance of an antenna 8, and Cf. The capacity of a floating capacitor and I are circuit currents.

[0028] In this case, formula deformation is carried out.  $C_f = 2/\omega^2 L$  -- (2) It becomes.

[0029] If this value is taken, compared with the case where there is no capacitor about high-frequency voltage, a B point serves as half from touch-down, and electrostatic association can be controlled sharply. in order to investigate the effectiveness of the floating capacitor 10 here -- the negative direct-current self-bias electrical potential difference VDC and the electron density ne of the high-frequency voltage VRF1 in the both ends of an antenna 8, VRF2, and an antenna 8 It measured, respectively.

[0030] Drawing 5 and drawing 6 are the self-bias electrical potential difference VDC of an antenna 8 (absolute value |VDC| is displayed on drawing), the high-frequency voltage VRF1 of the both ends of an antenna 8, VRF2, and electron density ne. Capacity Cf of the floating capacitor 10 to receive The dependency is shown.

[0031] In this case, the antenna 8 performed discharge of argon 0.3Pa, using the antenna of metal non-[ made from stainless steel ] dirt. As shown in drawing 5 , it is the capacity Cf of the floating capacitor 10. It is the high-frequency voltage VRF1 by the side of a power source 9 as it is made small. It becomes small and is the high-frequency voltage VRF2 by the side of the floating capacitor 10. It becomes large and is the capacity Cf of the above-mentioned capacitor 10. Magnitude is reversed in the neighborhood used as 400pF.

[0032] Moreover, self-bias electrical-potential-difference |VDC| is the capacity Cf of the above-mentioned capacitor 10. It becomes small in the beginning as it is made small, and it is  $V_{RF1} = V_{RF2}$ . When becoming, it becomes min, and it becomes high again next.

[0033] This is the capacity Cf of the floating capacitor 10. By making it change shows that the strength of electrostatic association is controllable. Drawing 6 is electron density ne, when self-bias electrical-potential-difference |VDC| becomes min. It is max. This shows that the generation effectiveness of Plasma P becomes high, if electrostatic association with an antenna 8 and Plasma P is controlled.

[0034] On the other hand, drawing 7 and drawing 8 use the antenna 8 by which pre-insulation was carried out in order to investigate the effectiveness of the floating capacitor 10 like the above, and are the high-frequency voltage VRF1 in the both ends of this antenna 8, VRF2, and electron density ne. It is the result of measuring, respectively. in addition, the negative direct-current self-bias electrical potential difference VDC of an antenna 8 -- an antenna -- since it appears not in a conductor but in the insulating material front face in Plasma P, it cannot measure.

[0035] They are the high-frequency voltage VRF1 of the both ends of an antenna 8, and VRF2 like [ even when this antenna 8 by which pre-insulation was carried out is used ] the above. It is  $V_{RF1} = V_{RF2}$  in the neighborhood the capacity Cf of the floating capacitor 10 becomes 400pF. It becomes and is electron density ne. It has the same inclination to become max.

[0036] This is the capacity Cf of the floating capacitor 10, even if it performs pre-insulation to an antenna 8. By

changing shows that electrostatic association with an antenna 8 and Plasma P is controllable.

[0037] In addition, when the antenna 8 has been arranged to the exterior of a vacuum housing 1, or when [ since it was not different from the case where the antenna 8 has been arranged inside a vacuum housing 1, in that an antenna 8 and Plasma P are combined through the dielectric, ] the antenna 8 has been arranged to the exterior of a vacuum housing 1, it is the capacity Cf of the floating capacitor 10. Electrostatic association with an antenna 8 and Plasma P is controllable by changing.

[0038] When the high frequency current passes processing with such a RF processor from a power source 9 to the antenna 8 of the shape of a loop formation arranged inside a vacuum housing 1, induction field are added to process gas 2, such as reactant gas for etching in a vacuum housing 1, and material gas for CVD, Plasma P is generated by this, and processing of etching to the processed object 7 or thin film formation is performed.

[0039] Thus, it sets in the gestalt of implementation of the above 1st. Connect the floating capacitor 10 to the earth side of an antenna 8, change the capacity Cf of this floating capacitor 10, and the high-frequency-voltage distribution on an antenna 8 is changed. Since electrostatic association with this antenna 8 and Plasma P was controlled, in order to reconcile stabilization of plasma P discharge, and control of the spatter by the antenna 8, electrostatic association with an antenna 8 and Plasma P is controllable the optimal.

[0040] It is controlled that ion is therefore accelerated by the negative direct-current self-bias electrical potential difference, for example, the spatter of the ingredient of an antenna is carried out to the wall and the processed object 7 of a vacuum housing 1 by this, it can carry out reinforcement of the high frequency plasma equipment, and having a bad influence on processes, such as etching and CVD, is lost.

(2) Next, explain the gestalt of operation of the 2nd of this invention. In addition, the same sign is given to the same part as drawing 1 and drawing 2, and the detailed explanation is omitted.

[0041] Drawing 9 is the block diagram of a RF processor. Inside the vacuum housing 1, the antenna 20 and 21 of the shape of two or more loop formation with which paths differ, for example, two antennas, is arranged.

[0042] These antennas 20 and 21 are formed of a conductive ingredient, for example, copper, and aluminum. moreover, these antennas 20 and 21 -- the antenna -- the \*\* which does not perform the thing by which the periphery of a conductor was given to pre-insulation by the insulating material, for example, a glass fiber, or pre-insulation -- an antenna -- the metal of a conductor -- they are two pure kinds.

[0043] These antennas 20 and 21 are connected to a serial, and each floating capacitors 22 and 23 are connected to each of that \*\*, respectively. These floating capacitors 22 and 23 are variable capacity, respectively, and are each of that capacity Cf. It is made to change, the high-frequency-voltage distribution on each antenna 20 and 21 is changed, and it has the operation which controls electrostatic association with each antennas 20 and 21 and Plasma P.

[0044] That is, it is each capacity Cf of each floating capacitors 22 and 23 like the gestalt of implementation of the above 1st. While controlling the distribution of voltage in each antennas 20 and 21 to arbitration and making the point of the arbitration on an antenna to 0V by making it change, the electrical potential difference from the touch-down to each antennas 20 and 21 can be made small.

[0045] When the high frequency current passes processing with such a RF processor from a power source 9 to the antennas 20 and 21 of the two shape of a loop formation arranged inside a vacuum housing 1, induction field are added to process gas 2, such as reactant gas for etching in a vacuum housing 1, and material gas for CVD, Plasma P is generated by this, and processing of etching to the processed object 7 or thin film formation is performed.

[0046] Thus, it sets in the gestalt of implementation of the above 2nd. The floating capacitors 22 and 23 are connected to each \*\* of two antennas 20 and 21, and it is each of that capacity Cf. Make it change and the high-frequency-voltage distribution on two antennas 20 and 21 is changed. Since electrostatic association with these antennas 20 and 21 and Plasma P was controlled Like the gestalt of implementation of the above 1st, in order to reconcile stabilization of plasma P discharge, and control of the spatter by antennas 20 and 21, it cannot be overemphasized that the effectiveness that electrostatic association with antennas 20 and 21 and Plasma P is controllable the optimal is done so. (3) Next, explain the gestalt of operation of the 3rd of this invention. In addition, the same sign is given to the same part as drawing 1 and drawing 2, and the detailed explanation is omitted.

[0047] Drawing 10 is the block diagram of a RF processor. The antenna 30, 31, and 32 of the shape of two or more loop formation, for example, three antennas, is arranged at the periphery of a vacuum housing 1.

[0048] These antennas 30, 31, and 32 are formed of a conductive ingredient, for example, copper, and aluminum. moreover, the \*\* to which these antennas 30, 31, and 32 do not perform pre-insulation -- an antenna -- the metal of a conductor -- it is pure.

[0049] These antennas 30, 31, and 32 are connected to a serial, and each floating capacitors 33, 34, and 35 are connected to each of that \*\*, respectively. These floating capacitors 33, 34, and 35 are variable capacity, respectively, and are each of that capacity Cf. It is made to change, the high-frequency-voltage distribution on each antennas 30 and 31 and 32 is changed, and it has the operation which controls electrostatic association with each antennas 30, 31, and 32 and Plasma P. Moreover, antennas 30, 31, and 32 are wound around the quartz member 36 which makes a part of vacuum housing.

[0050] That is, it is each capacity Cf of each floating capacitors 33, 34, and 35 like the gestalt of implementation of the above 1st. While controlling the distribution of voltage in each antennas 30, 31, and 32 to arbitration and making the point of the arbitration on an antenna to 0V by making it change, the electrical potential difference from the touch-down to each antennas 30, 31, and 32 can be made small.

[0051] When processing with such a RF processor passes the high frequency current from a power source 9 to the antennas 30, 31, and 32 of the two shape of a loop formation arranged inside a vacuum housing 1, induction field are added to process gas 2, such as reactant gas for etching in a vacuum housing 1, and material gas for CVD, Plasma P is generated by this, and processing of etching to the processed object 7 or thin film formation is performed.

[0052] Thus, it sets in the gestalt of implementation of the above 3rd. The floating capacitors 33, 34, and 35 are connected to each \*\* of three antennas 30, 31, and 32, and it is each of that capacity Cf. Make it change and the high-frequency-voltage distribution on three antennas 30 and 31 and 32 is changed. Since electrostatic association with these antennas 30, 31, and 32 and Plasma P was controlled Like the gestalt of implementation of the above 1st, in order to reconcile stabilization of plasma P discharge, and control of the spatter by antennas 30, 31, and 32, it cannot be overemphasized that the effectiveness that electrostatic association with antennas 30, 31, and 32 and Plasma P is controllable the optimal is done so.

[0053] In addition, although the above-mentioned explanation described the processor which used the RF, the high-frequency-discharge equipment used for heating of the processed objects (for example, metal etc.) in the inside of an ordinary pressure container like high-frequency-heating equipment can also be offered.

[0054]

[Effect of the Invention] As a full account was given above, in order to reconcile stabilization of plasma discharge, and control of the spatter by the antenna according to this invention, the high-frequency-discharge equipment which can control electrostatic association with an antenna and the plasma the optimal can be offered.

[0055] Moreover, according to this invention, where electrostatic association with an antenna and the plasma is controlled the optimal, the plasma is generated, and the RF processor which can perform processing to a processed object can be offered.

---

[Translation done.]

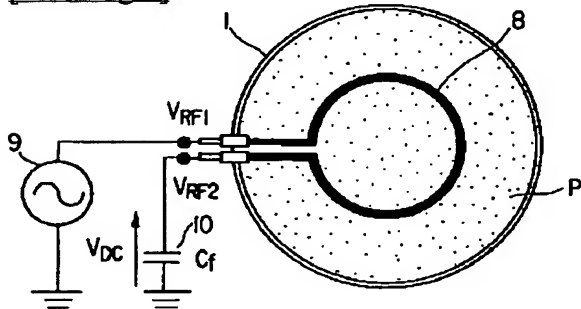
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

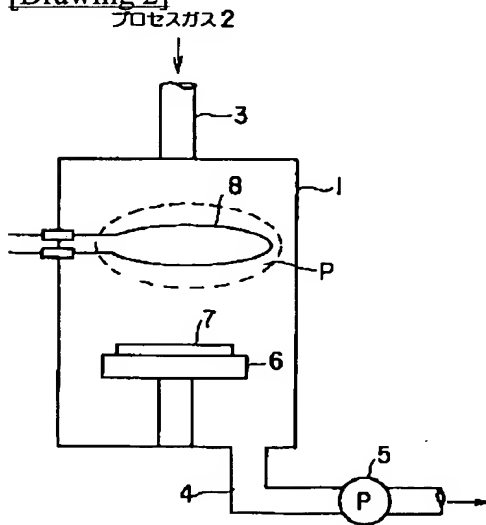
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

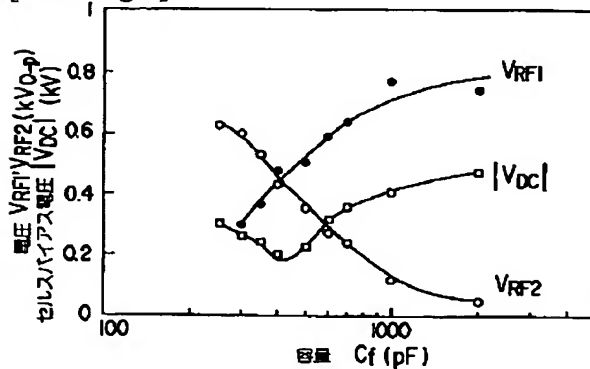
[Drawing 1]



[Drawing 2]

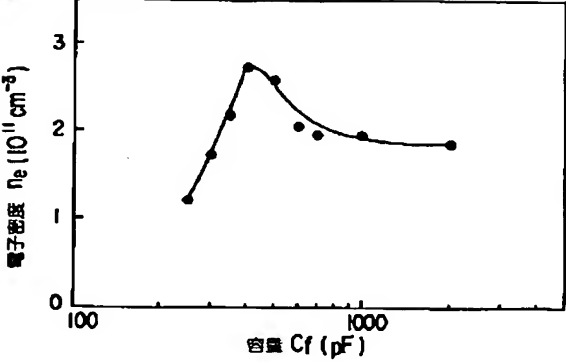


[Drawing 5]

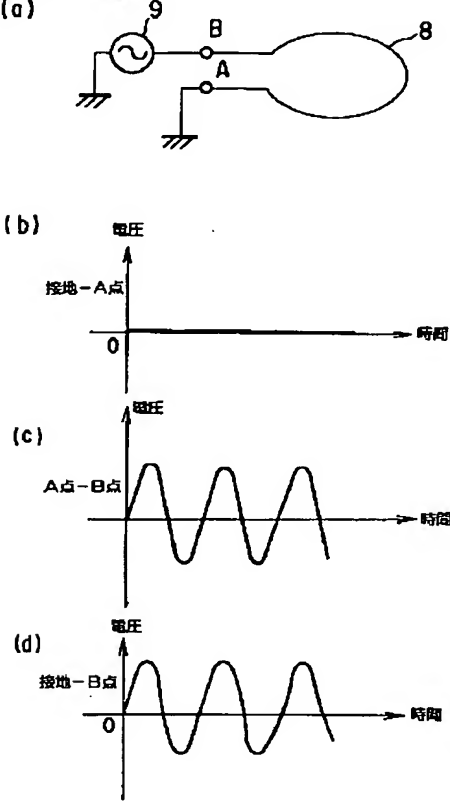




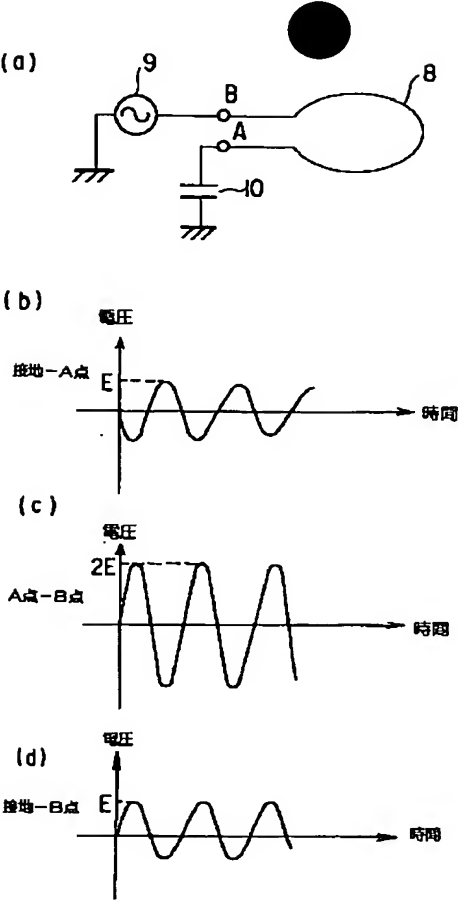
[Drawing 6]



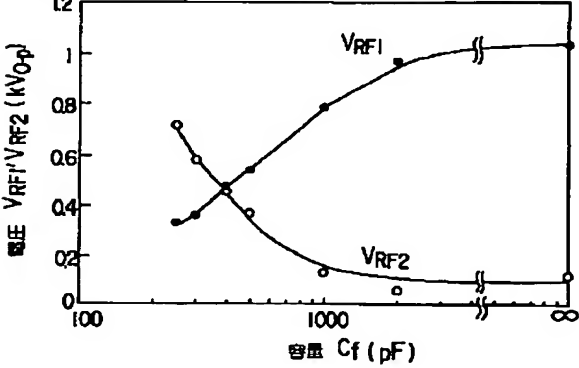
[Drawing 3]



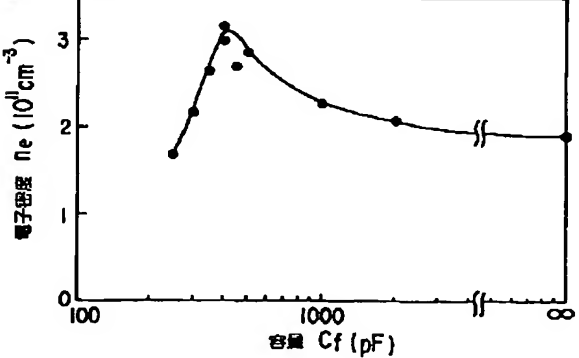
[Drawing 4]



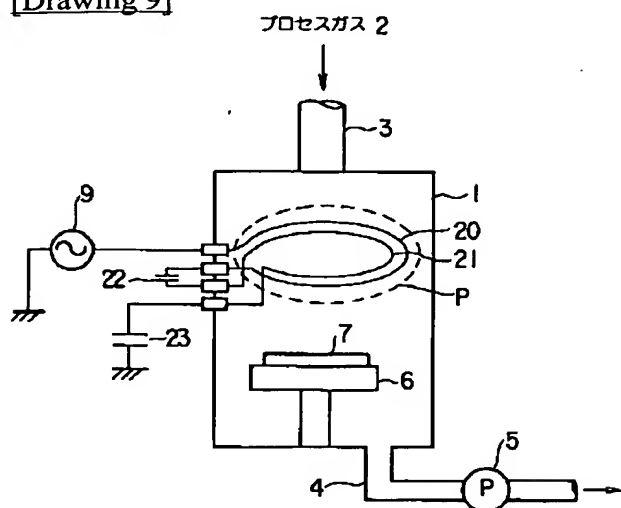
[Drawing 7]



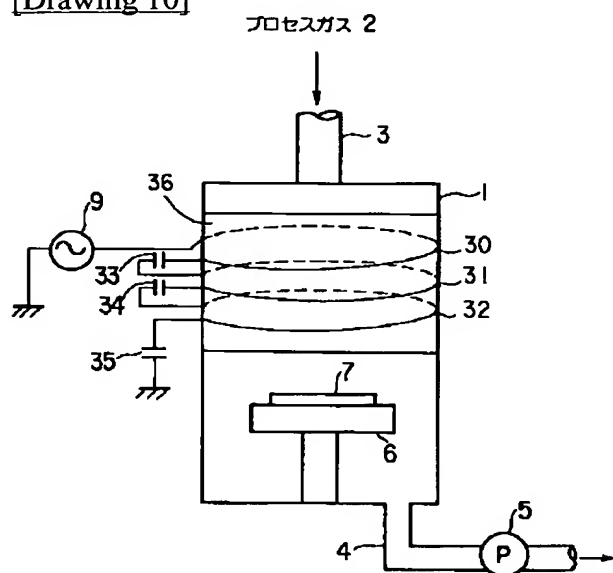
[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Drawing 10]



---

[Translation done.]

特開平11-233289

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月27日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
H05H 1/24		H05H 1/24
C23C 16/50		C23C 16/50
H01L 21/205		H01L 21/205
21/3065		H05H 1/46 L
H05H 1/46		H01L 21/302 B
		審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全8頁)

(21) 出願番号 特願平10-34915

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月17日

(71) 出願人 391012224

名古屋大学長

愛知県名古屋市千種区不老町(番地なし)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 菅井 秀郎

愛知県春日井市中新町2丁目4番地の6

(72) 発明者 鈴木 啓之

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

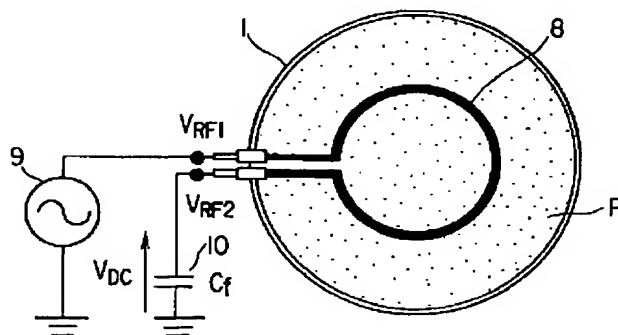
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高周波放電装置及び高周波処理装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、プラズマ放電の安定化とアンテナによるスパッタの抑制とを両立させるためにアンテナとプラズマとの静電的結合を最適に制御する。

【解決手段】ループ状のアンテナ8の接地側にフローティングコンデンサ10を接続し、このフローティングコンデンサ10の容量 $C_f$ を変化させてアンテナ8上での高周波電圧分布を変化させ、このアンテナ8とプラズマとの静電的結合を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少くとも 1 つのループ状のアンテナに高周波電力を供給して容器内に誘導電界を発生させることによりプラズマを生成する高周波放電装置において、1 つの前記アンテナの接地側又は複数の前記アンテナ間にそれぞれ介装されたコンデンサ、を具備したことを特徴とする高周波放電装置。

【請求項 2】 前記アンテナは、外周側に絶縁被覆が施されている又は施されていないことを特徴とする請求項 1 記載の高周波放電装置。

【請求項 3】 前記コンデンサは、可変容量であり、この容量を変化させて前記アンテナ上での高周波電圧分布を変化させ、前記アンテナと前記プラズマとの静電的結合を制御することを特徴とする請求項 1 記載の高周波放電装置。

【請求項 4】 前記コンデンサの容量  $C$  は、高周波の周波数を  $\omega$ 、回路中のインダクタンスを  $L$  とすると、 $C = 2 / \omega^2 L$  の関係を満たすことを特徴とする請求項 3 記載の高周波放電装置。

【請求項 5】 プラズマ生成用のガスが供給され、かつ内部に被処理体が配置される真空容器と、高周波電力用の電源と、前記電源からの高周波電力の供給により前記真空容器内に誘導電界を発生させてプラズマを生成させ、前記真空容器内の前記被処理体に対して処理を行なわせる少くとも 1 つのループ状のアンテナと、1 つの前記アンテナの接地側又は複数の前記アンテナ間にそれぞれ介装されたコンデンサと、を具備したことを特徴とする高周波処理装置。

【請求項 6】 前記アンテナは、外周側に絶縁被覆が施されている又は施されていないことを特徴とする請求項 5 記載の高周波処理装置。

【請求項 7】 前記アンテナは、複数であり、かつ前記真空容器の内部に設けられたことを特徴とする請求項 5 記載の高周波処理装置。

【請求項 8】 前記アンテナは、前記真空容器の外部に設けられたことを特徴とする請求項 5 記載の高周波処理装置。

【請求項 9】 前記コンデンサは、可変容量であり、この容量を変化させて前記アンテナ上での高周波電圧分布を変化させ、前記アンテナと前記プラズマとの静電的結合を制御することを特徴とする請求項 5 記載の高周波処理装置。

【請求項 10】 前記コンデンサの容量  $C$  は、高周波の周波数を  $\omega$ 、回路中のインダクタンス成分を  $L$  とすると、 $C = 2 / \omega^2 L$  の関係を満たすことを特徴とする請求項 9 記載の高周波処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば半導体ウエハ上の薄膜素子の製造、或いは粒子ビーム源や分析装置や加熱装置などのプラズマ源に用いられる高周波放電装置並びに高周波処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】金属、半金属、半導体、酸化物、窒化物、砒素などを構成要素とする薄膜が形成された素子（以下、薄膜素子と称する）は、LSI、磁気記録装置、光記録装置などの記憶装置、半導体レーザ、光電変換素子などの通信機器、LCDなどの平面ディスプレイ、固体撮像素子などの表示装置、太陽電池などのエネルギー機器など、多種多様な装置の主要部品に応用されており、今後、機器の小型化、高性能化を進展させるための必須部品として技術的發展が期待されている。

【0003】このような薄膜素子は、その構造の微細化、高性能化が進んでおり、例えばエッチング、CVDなどでプラズマを用いた製造プロセスが重要となつている。そして、製造プロセスで用いる被処理体の基板の面積も生産性向上の観点から大面積化している。

【0004】このような製造プロセスを実現するために誘導結合型の高周波プラズマ装置が注目されている。この誘導結合型の高周波プラズマ装置は、通常、真空容器の外部にループ状のアンテナが配置され、このアンテナに高周波電流を流すことにより誘導電界を真空容器内のガスに加え、プラズマを生成するものとなっている。

【0005】この場合、アンテナにより発生する誘導電界は、真空容器に設置された誘電体窓を通して真空容器内のガスに加えられている。このような誘導結合型の高周波プラズマであれば、アンテナの近傍に誘導電界が発生するとともに、アンテナに供給される高周波電圧による静電界も同時に発生する。

【0006】この静電界によるアンテナとプラズマとの静電的結合は、プラズマ放電の開始や低密度領域でのプラズマ生成に寄与する。これにより、この静電的結合は、プラズマ放電の安定化に重要な働きをする。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、アンテナとプラズマとの静電的結合の結果、アンテナ又はアンテナ近傍の誘電体には、負の直流セルフバイアス電圧が発生し、このセルフバイアス電圧によつて放電により生じたイオンが加速され、誘電体やアンテナの材料がスパッタされる。例えば、アンテナの材料が銅であれば、この銅そのものや電離した銅が真空容器の内壁や被処理体にスパッタされる。

【0008】このため、高周波プラズマ装置の劣化を速めるだけでなく、スパッタされた不純物がエッチングやCVDなどのプロセスに悪影響を与える。そこで本発明は、プラズマ放電の安定化とアンテナによるスパッタの

抑制とを両立させるためにアンテナとプラズマとの静電的結合を最適に制御できる高周波放電方法及びその装置を提供することを目的とする。

【0009】又、本発明は、アンテナとプラズマとの静電的結合を最適に制御した状態でプラズマを発生させ、被処理体に対する処理ができる高周波処理装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1によれば、少くとも1つのループ状のアンテナに高周波電力を供給して容器内に誘導電界を発生させることによりプラズマを生成する高周波放電装置において、1つの前記アンテナの接地側又は複数のアンテナ間にそれぞれ介装されたコンデンサ、を備えた高周波放電装置である。

【0011】請求項2によれば、請求項1記載の高周波放電装置において、アンテナは、外周側に絶縁被覆が施されている又は施されていないものである。請求項3によれば、請求項1記載の高周波放電装置において、コンデンサは、可変容量であり、この容量を変化させてアンテナ上での高周波電圧分布を変化させ、アンテナとプラズマとの静電的結合を制御するものである。

【0012】請求項4によれば、請求項3記載の高周波放電装置において、コンデンサの容量Cは、高周波の周波数を $\omega$ 、回路中のインダクタンスをLとすると、 $C = 2 / \omega^2 L$ の関係を満たすものである。

【0013】請求項5によれば、プラズマ生成用のガスが供給され、かつ内部に被処理体が配置される真空容器と、高周波電力用の電源と、電源からの高周波電力の供給により真空容器内に誘導電界を発生させてプラズマを生成させ、真空容器内の被処理体に対して処理を行なわせる少くとも1つのループ状のアンテナと、1つのアンテナの接地側又は複数のアンテナ間にそれぞれ介装されたコンデンサと、を備えた高周波処理装置である。

【0014】請求項6によれば、請求項5記載の高周波処理装置において、アンテナは、外周側に絶縁被覆が施されている又は施されていないものである。請求項7によれば、請求項5記載の高周波処理装置において、アンテナは、複数であり、かつ真空容器の内部に設けられたものである。

【0015】請求項8によれば、請求項5記載の高周波処理装置において、アンテナは、真空容器の外部に設けられたものである。請求項9によれば、請求項5記載の高周波処理装置において、コンデンサは、可変容量であり、この容量を変化させてアンテナ上での高周波電圧分布を変化させ、アンテナとプラズマとの静電的結合を制御するものである。

【0016】請求項10によれば、請求項9記載の高周波処理装置において、コンデンサの容量Cは、高周波の周波数を $\omega$ 、回路中のインダクタンス成分をLとする

と、

$$C = 2 / \omega^2 L$$

の関係を満たすものである。

【0017】

【発明の実施の形態】(1) 以下、本発明の第1の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は本発明の高周波処理装置の構成図である。真空容器1は、例えば円筒状に形成され、その上部には図2に示すようにエッチング用の反応性ガスやCVD用の原料ガスなどのプロセスガス2を供給するための供給管3が接続されるとともに、その下部には排気管4が接続されている。なお、真空容器1は、円筒状に限らず、立方体形状に形成されていてもよい。

【0018】排気管4には、排気ポンプ5が接続され、この排気ポンプ5の作動によって真空容器1内を減圧するようにになっている。又、真空容器1内には、テーブル6が設けられ、このテーブル6上にエッチング又はCVD処理が行なわれる被加工物7が載置されている。

【0019】さらに、真空容器1内には、ループ状のアンテナ8が配置されている。このアンテナ8は、例えば導電性の材料、例えば銅、アルミニウムにより形成されている。

【0020】又、このアンテナ8は、そのアンテナ導体の外周を絶縁材料、例えばガラス繊維で絶縁被覆が施されたもの、又は絶縁被覆を施さずにアンテナ導体の金属無垢の2種類となっている。

【0021】このアンテナ8の一端には、図1に示すように高周波電力用の電源9が接続され、かつ他端側の接地との間にはフローティングコンデンサ10が接続されている。

【0022】このフローティングコンデンサ10は、可変容量であり、その容量 $C_f$ を変化させてアンテナ8上での高周波電圧分布を変化させ、このアンテナ8とプラズマPとの静電的結合を制御する作用を持っている。

【0023】すなわち、図3(a)に示すようにアンテナ8にフローティングコンデンサ10が接続されていなければ、接地に対するA点の電圧は同図(b)に示すように0Vとなり、A点とB点との間には同図(c)に示すようにアンテナ8のA、B間の電圧に対応した電圧波形が現れる。この波形は、同図(d)に示すように接地に対するB点についても同様である。

【0024】これに対して図4(a)に示すようにアンテナ8にフローティングコンデンサ10を接続すると、A点には、このフローティングコンデンサ10の電圧降下により同図(b)に示すようにA点とB点との間の電圧位相{図4(c)}と逆位相で2分の1倍の振幅を持つ電圧波形が現れる。

【0025】従って、接地からB点の電圧は、同図(b)に示すフローティングコンデンサ10による逆位相の電圧と同図(c)に示すA点とB点との間の電圧とが重なり

合った波形となり、同図(d) に示すような最大値の小さくなった電圧となる。

【0026】従って、フローティングコンデンサ10の容量 $C_f$ を変化させることにより、アンテナ8上の電圧分布を変化させてアンテナ8上の任意の点(例えばA点

$$V = \{ (j \omega L / 2) + j (1 / \omega C_f) \} \cdot I \quad \dots(1)$$

となる。ここで、 $L$ はアンテナ8のインダクタンス、 $C_f$ はフローティングコンデンサの容量、 $I$ は回路電流で

$$C_f = 2 / \omega^2 L$$

となる。

【0029】この値をとれば、高周波電圧についてコンデンサがない場合に比べて接地からB点が半分となり大幅に静電的結合が抑制できる。ここで、フローティングコンデンサ10の効果を調べるために、アンテナ8の両端での高周波電圧 $V_{RF1}$ 、 $V_{RF2}$ 、アンテナ8の負の直流セルフバイアス電圧 $V_{DC}$ 、電子密度 $n$ 。をそれぞれ測定した。

【0030】図5及び図6はアンテナ8のセルフバイアス電圧 $V_{DC}$ (図には絶対値 $|V_{DC}|$ を表示)、アンテナ8の両端の高周波電圧 $V_{RF1}$ 、 $V_{RF2}$ 、電子密度 $n$ 。に対するフローティングコンデンサ10の容量 $C_f$ の依存性を示している。

【0031】この場合、アンテナ8は、ステンレス製金属無垢のアンテナを用いて例えばアルゴン0.3Paの放電を行なった。図5に示すようにフローティングコンデンサ10の容量 $C_f$ を小さくするにつれて、電源9側の高周波電圧 $V_{RF1}$ は小さくなり、フローティングコンデンサ10側の高周波電圧 $V_{RF2}$ は大きくなり、上記コンデンサ10の容量 $C_f$ が400pFとなる付近で大きさが逆転する。

【0032】又、セルフバイアス電圧 $|V_{DC}|$ は、上記コンデンサ10の容量 $C_f$ を小さくするにつれて初めは小さくなり、 $V_{RF1} = V_{RF2}$ となるときに最小となり、この後に再び高くなる。

【0033】このことはフローティングコンデンサ10の容量 $C_f$ を変化させることにより、静電的結合の強さを制御できることを示している。図6はセルフバイアス電圧 $|V_{DC}|$ が最小となるときに電子密度 $n$ 。が最大となっている。これはアンテナ8とプラズマPとの静電的結合を抑制すると、プラズマPの生成効率が高くなることを示している。

【0034】一方、図7及び図8は上記同様にフローティングコンデンサ10の効果を調べるために、絶縁被覆されたアンテナ8を用いて、このアンテナ8の両端での高周波電圧 $V_{RF1}$ 、 $V_{RF2}$ 、電子密度 $n$ 。をそれぞれ測定した結果である。なお、アンテナ8の負の直流セルフバイアス電圧 $V_{DC}$ は、アンテナ導体でなく、プラズマP中の絶縁物表面に現れるために測定できない。

【0035】この絶縁被覆されたアンテナ8を用いた場合でも、上記同様に、アンテナ8の両端の高周波電圧 $V$

とB点との中間点)の電圧を0Vに制御できるものとなる。

【0027】この中間点での電圧が0Vの場合、図4(a)に示す回路を式で表すと、

ある。

【0028】この際には、式変形して

$$\dots(2)$$

10  $V_{RF1}$ 、 $V_{RF2}$ は、フローティングコンデンサ10の容量 $C_f$ が400pFとなる付近で $V_{RF1} = V_{RF2}$ となり、かつ電子密度 $n$ 。が最大となるという同じ傾向を持っている。

【0036】これはアンテナ8に絶縁被覆を施してもフローティングコンデンサ10の容量 $C_f$ を変えることにより、アンテナ8とプラズマPとの静電的結合が制御できることを示している。

【0037】なお、アンテナ8を真空容器1の外部に配置した場合でも、アンテナ8とプラズマPとが誘電体を介して結合されている点では、アンテナ8を真空容器1の内部に配置した場合と変わらないので、アンテナ8を真空容器1の外部に配置した場合でもフローティングコンデンサ10の容量 $C_f$ を変えることによりアンテナ8とプラズマPとの静電的結合が制御できる。

【0038】このような高周波処理装置での処理は、真空容器1の内部に配置されたループ状のアンテナ8に対して電源9から高周波電流が流すことにより誘導電界が真空容器1内のエッチング用の反応性ガスやCVD用の原料ガスなどのプロセスガス2に加えられ、これによりプラズマPが生成され、被処理体7に対するエッチング又は薄膜形成などの処理が行なわれる。

【0039】このように上記第1の実施の形態においては、アンテナ8の接地側にフローティングコンデンサ10を接続し、このフローティングコンデンサ10の容量 $C_f$ を変化させてアンテナ8上での高周波電圧分布を変化させ、このアンテナ8とプラズマPとの静電的結合を制御するようにしたので、プラズマP放電の安定化とアンテナ8によるスパッタの抑制とを両立させるためにアンテナ8とプラズマPとの静電的結合を最適に制御できる。

【0040】これにより、負の直流セルフバイアス電圧によつてイオンが加速され、例えば、アンテナの材料が真空容器1の内壁や被処理体7にスパッタされることが抑制され、高周波プラズマ装置を長寿命化でき、エッチングやCVDなどのプロセスに悪影響を与えることはなくなる。

(2) 次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。なお、図1及び図2と同一部分には同一符号を付してその詳しい説明は省略する。

50 【0041】図9は高周波処理装置の構成図である。真

真空容器 1 の内部には、径の異なる複数のループ状のアンテナ、例えば 2 つのアンテナ 2 0、2 1 が配置されている。

【0042】これらアンテナ 2 0、2 1 は、例えば導電性の材料、例えば銅、アルミニウムにより形成されている。又、これらアンテナ 2 0、2 1 は、そのアンテナ導体の外周を絶縁材料、例えばガラス繊維で絶縁被覆が施されたもの、又は絶縁被覆を施さずにアンテナ導体の金属無垢の 2 種類となっている。

【0043】これらアンテナ 2 0、2 1 は、直列に接続され、かつその各間にはそれぞれ各フローティングコンデンサ 2 2、2 3 が接続されている。これらフローティングコンデンサ 2 2、2 3 は、それぞれ可変容量であり、その各容量  $C_i$  を変化させて各アンテナ 2 0、2 1 上での高周波電圧分布を変化させ、各アンテナ 2 0、2 1 とプラズマ P との静電的結合を制御する作用を持っている。

【0044】すなわち、上記第 1 の実施の形態と同様に、各フローティングコンデンサ 2 2、2 3 の各容量  $C_i$  を変化させることにより、各アンテナ 2 0、2 1 での電圧分布を任意に制御してアンテナ上の任意の点を 0 V にできるとともに、接地から各アンテナ 2 0、2 1 までの電圧を小さくすることができる。

【0045】このような高周波処理装置での処理は、真空容器 1 の内部に配置された 2 つのループ状のアンテナ 2 0、2 1 に対して電源 9 から高周波電流が流すことにより誘導電界が真空容器 1 内のエッチング用の反応性ガスや CVD 用の原料ガスなどのプロセスガス 2 に加えられ、これによりプラズマ P が生成され、被処理体 7 に対するエッチング又は薄膜形成などの処理が行なわれる。

【0046】このように上記第 2 の実施の形態においては、2 つのアンテナ 2 0、2 1 の各間にフローティングコンデンサ 2 2、2 3 を接続してその各容量  $C_i$  を変化させて 2 つのアンテナ 2 0、2 1 上での高周波電圧分布を変化させ、これらアンテナ 2 0、2 1 とプラズマ P との静電的結合を制御するようにしたので、上記第 1 の実施の形態と同様に、プラズマ P 放電の安定化とアンテナ 2 0、2 1 によるスパッタの抑制とを両立させるためにアンテナ 2 0、2 1 とプラズマ P との静電的結合を最適に制御できるという効果を奏することは言うまでもない。(3) 次に、本発明の第 3 の実施の形態について説明する。なお、図 1 及び図 2 と同一部分には同一符号を付してその詳しい説明は省略する。

【0047】図 1 0 は高周波処理装置の構成図である。真空容器 1 の外周には、複数のループ状のアンテナ、例えば 3 つのアンテナ 3 0、3 1、3 2 が配置されている。

【0048】これらアンテナ 3 0、3 1、3 2 は、例えば導電性の材料、例えば銅、アルミニウムにより形成されている。又、これらアンテナ 3 0、3 1、3 2 は、絶

縁被覆を施さずにアンテナ導体の金属無垢となっている。

【0049】これらアンテナ 3 0、3 1、3 2 は、直列に接続され、かつその各間にはそれぞれ各フローティングコンデンサ 3 3、3 4、3 5 が接続されている。これらフローティングコンデンサ 3 3、3 4、3 5 は、それぞれ可変容量であり、その各容量  $C_i$  を変化させて各アンテナ 3 0、3 1、3 2 上での高周波電圧分布を変化させ、各アンテナ 3 0、3 1、3 2 とプラズマ P との静電的結合を制御する作用を持っている。又、アンテナ 3 0、3 1、3 2 は、真空容器の一部をなす例えば石英部材 3 6 に巻かれている。

【0050】すなわち、上記第 1 の実施の形態と同様に、各フローティングコンデンサ 3 3、3 4、3 5 の各容量  $C_i$  を変化させることにより、各アンテナ 3 0、3 1、3 2 での電圧分布を任意に制御してアンテナ上の任意の点を 0 V にできるとともに、接地から各アンテナ 3 0、3 1、3 2 までの電圧を小さくすることができる。

【0051】このような高周波処理装置での処理は、真空容器 1 の内部に配置された 2 つのループ状のアンテナ 3 0、3 1、3 2 に対して電源 9 から高周波電流を流すことにより誘導電界が真空容器 1 内のエッチング用の反応性ガスや CVD 用の原料ガスなどのプロセスガス 2 に加えられ、これによりプラズマ P が生成され、被処理体 7 に対するエッチング又は薄膜形成などの処理が行なわれる。

【0052】このように上記第 3 の実施の形態においては、3 つのアンテナ 3 0、3 1、3 2 の各間にフローティングコンデンサ 3 3、3 4、3 5 を接続してその各容量  $C_i$  を変化させて 3 つのアンテナ 3 0、3 1、3 2 上での高周波電圧分布を変化させ、これらアンテナ 3 0、3 1、3 2 とプラズマ P との静電的結合を制御するようにしたので、上記第 1 の実施の形態と同様に、プラズマ P 放電の安定化とアンテナ 3 0、3 1、3 2 によるスパッタの抑制とを両立させるためにアンテナ 3 0、3 1、3 2 とプラズマ P との静電的結合を最適に制御できるといふ効果を奏することは言うまでもない。

【0053】なお、上記の説明では高周波を用いた処理装置について述べたが、高周波加熱装置のような常圧容器中での被処理体（例えば金属など）の加熱に用いる高周波放電装置も提供できる。

【0054】

【発明の効果】以上詳記したように本発明によれば、プラズマ放電の安定化とアンテナによるスパッタの抑制とを両立させるためにアンテナとプラズマとの静電的結合を最適に制御できる高周波放電装置を提供できる。

【0055】又、本発明によれば、アンテナとプラズマとの静電的結合を最適に制御した状態でプラズマを発生させ、被処理体に対する処理ができる高周波処理装置を提供できる。



## 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係わる高周波処理装置の第 1 の実施の形態を示す構成図。

【図 2】同装置における真空容器内の構成図。

【図 3】フローティングコンデンサが無いときのアンテナ上の高周波電圧分布を説明するための図。

【図 4】フローティングコンデンサを接続したときのアンテナ上の高周波電圧分布を説明するための図。

【図 5】金属無垢のアンテナを用いた場合のアンテナのセルフバイアス電圧  $V$  などに対するフローティングコンデンサの容量の依存性を示す図。

【図 6】金属無垢のアンテナを用いた場合のアンテナのセルフバイアス電圧などに対するフローティングコンデンサの容量の依存性を示す図。

【図 7】絶縁被覆されたアンテナを用いた場合のアンテナのセルフバイアス電圧  $V$  などに対するフローティングコンデンサの容量の依存性を示す図。

【図 8】絶縁被覆されたアンテナを用いた場合のアンテナのセルフバイアス電圧  $V$  などに対するフローティングコンデンサの容量の依存性を示す図。

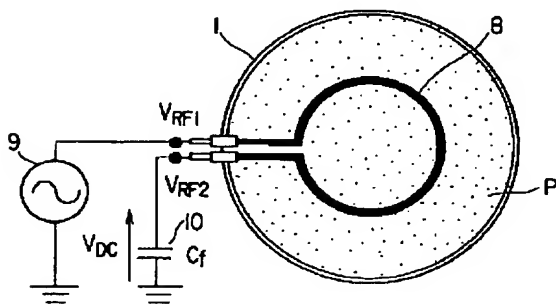
【図 9】本発明に係わる高周波処理装置の第 2 の実施の形態を示す構成図。

【図 10】本発明に係わる高周波処理装置の第 3 の実施の形態を示す構成図。

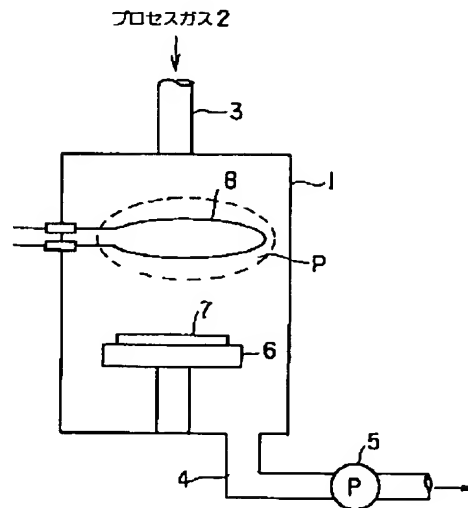
## 【符号の説明】

- 1 : 真空容器、  
2 : プロセスガス、  
7 : 被加工物、  
8, 20, 21, 30, 31, 32 : ループ状のアンテナ、  
9 : 高周波電力用の電源、  
10, 22, 23, 33, 34, 35 : フローティングコンデンサ。

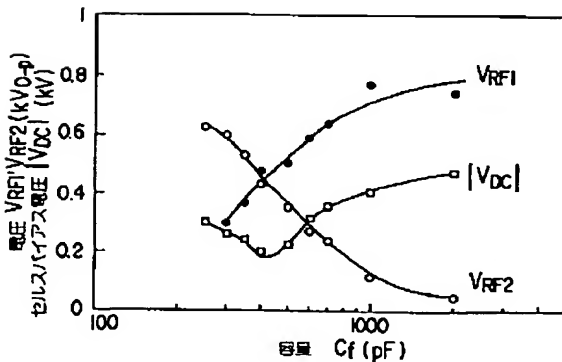
【図 1】



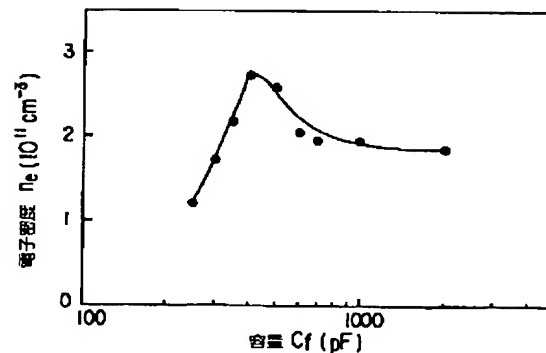
【図 2】



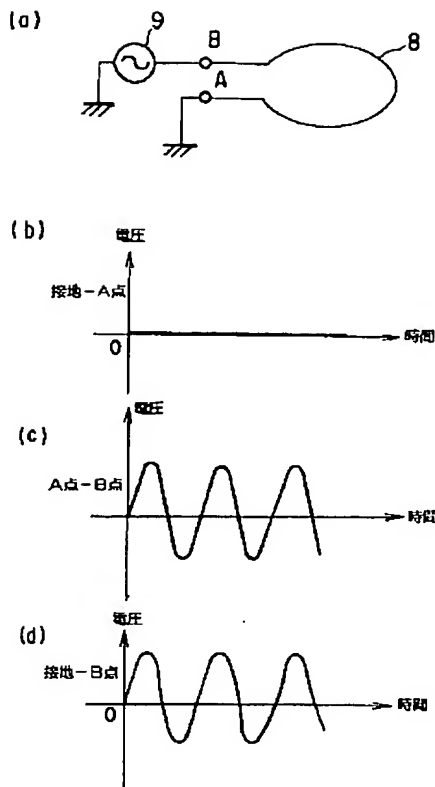
【図 5】



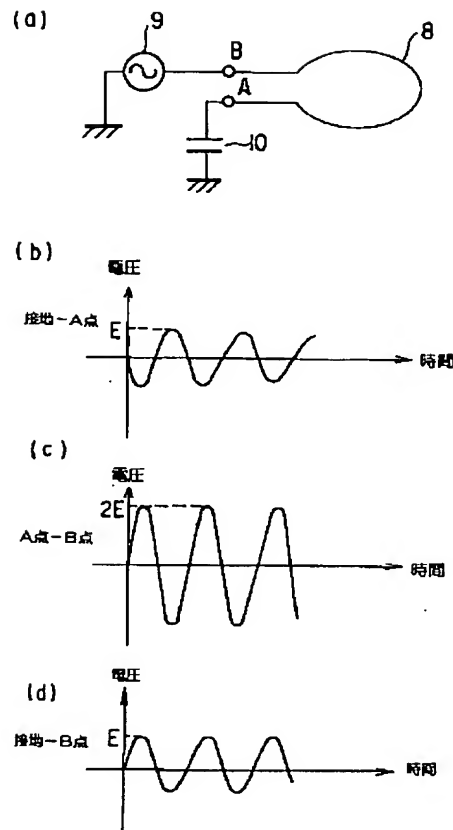
【図 6】



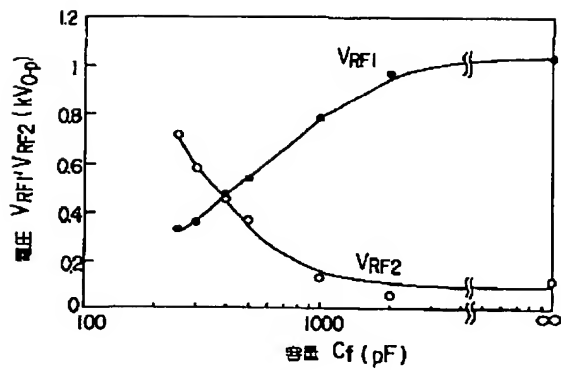
【圖 3】



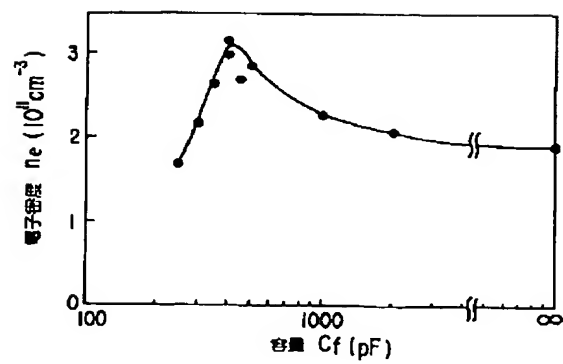
【圖 4】



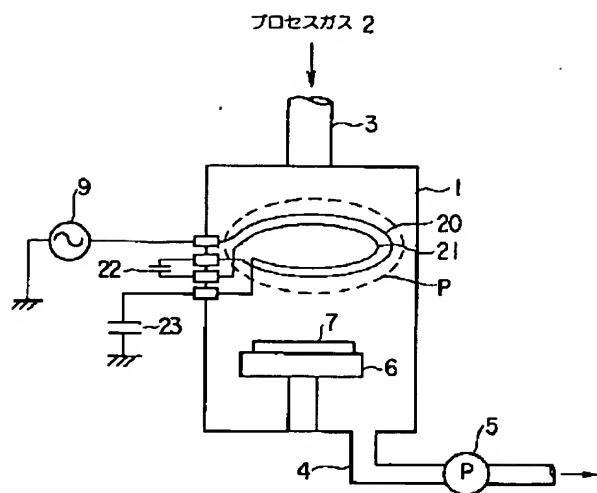
【圖 7】



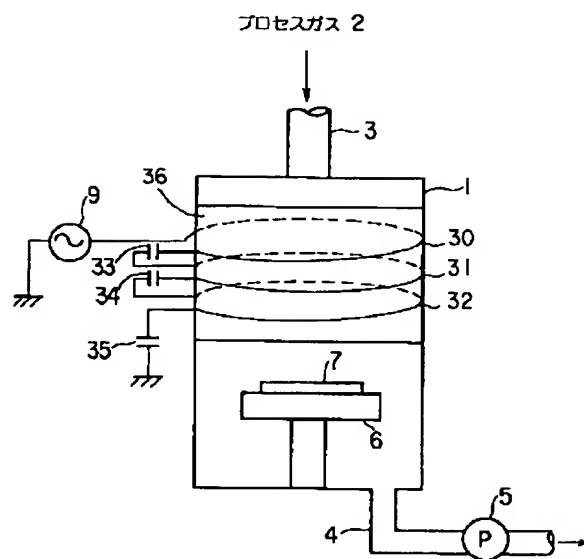
【圖 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 戸野谷 純一  
 神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株  
 式会社東芝生産技術研究所内

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-331993

(43)Date of publication of application : 30.11.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

H01L 21/31

(21)Application number : 11-138375

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 19.05.1999

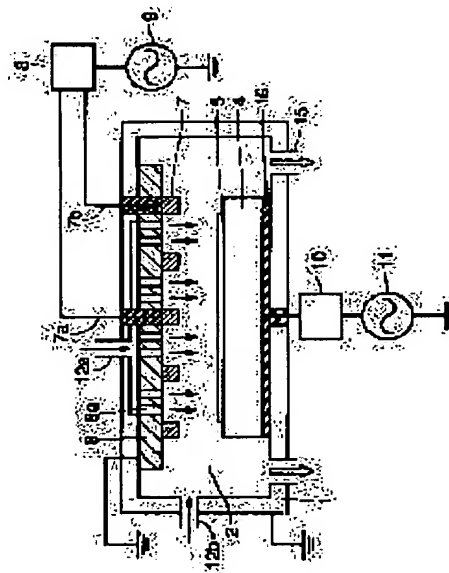
(72)Inventor : NISHIKAWA KAZUYASU  
OMORI TATSUO  
ODERA HIROKI

## (54) PLASMA PROCESSING DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve processing speed as well as uniformity of processing in a plasma processing device using a plasma.

**SOLUTION:** This plasma processing device is provided with one or more high-frequency antenna 7 and a counter electrode 6 grounded on the opposite position to a sample 5 within a processing chamber 2, and a high frequency is impressed to the high-frequency antenna 7 to energize an inductive coupled plasma within the processing chamber 2 for processing. The high-frequency antenna 7 is made of a material having a volume individual resistance of 1% or less of that of a material forming the counter electrode 6. The high-frequency antenna 7 may be buried in the counter electrode 6 in a manner that its surface may be partly exposed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

**[Claim 1]** Plasma treatment equipment which excites the inductive-coupling mold plasma to said processing interior of a room, and performs said processing by being plasma treatment equipment for processing to the sample of the processing interior of a room, equipping said processing interior of a room with one or more RF antennas and the counterelectrode which countered with said sample and was grounded, and impressing a RF to said RF antenna.

**[Claim 2]** Plasma treatment equipment according to claim 1 which has a means to impress a RF or direct current voltage, to said counterelectrode.

**[Claim 3]** Plasma treatment equipment according to claim 1 or 2 which said RF antenna and said counterelectrode have separated through a gap.

**[Claim 4]** Plasma treatment equipment according to claim 1 or 2 with which said RF antenna was formed from the quality of the material which has 1/100 or less volume resistivity of the volume resistivity of the quality of the material of said counterelectrode.

**[Claim 5]** Plasma treatment equipment according to claim 4 with which said RF antenna and said counterelectrode contact mutually.

**[Claim 6]** Plasma treatment equipment given in either of claims 1, 2, 4, or 5 which was embedded in said counterelectrode so that said RF antenna might expose a part.

**[Claim 7]** Plasma treatment equipment given in either [ claims 1 and 2 or ] 4-6 either [ which covered the contact section to said counterelectrode of said RF antenna with the dielectric film ].

**[Claim 8]** Plasma treatment equipment given in either equipped with said counterelectrode covered with the dielectric film of claims 1-7.

**[Claim 9]** Plasma treatment equipment given in either equipped with said RF antenna covered with the dielectric film of claims 1-8.

**[Claim 10]** Said high frequency antenna is plasma treatment equipment given in either of claims 1-9 which is formed of at least one or more quality of the materials chosen from the group who consists of carbon, aluminum, copper, stainless steel, a tungsten, and titanium.

**[Claim 11]** Said counterelectrode is plasma treatment equipment given in either of claims 1-10 which is formed of at least one or more quality of the materials chosen from the group who consists of silicon, carbon, and silicon carbide.

**[Claim 12]** Plasma treatment equipment given in either of claims 1-11 to which was equipped with the circuit for impressing a RF to each aforementioned RF antenna, and the switching circuit to which the configuration of said circuit can be changed, and it was presupposed by change-over of said switching circuit that the substantial configuration of each aforementioned RF antenna can be changed.

**[Claim 13]** Plasma treatment equipment given in either of claims 2-12 which have a means to establish and impress a difference to the frequency of the RF impressed to said RF antenna, and the RF impressed to said counterelectrode.

**[Claim 14]** The semiconductor device manufactured by either of claims 1-13 using the plasma treatment equipment of a publication.

---

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**